

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-300068

(43)Date of publication of application : 25.10.1994

(51)Int.Cl.

F16F 7/00

F16F 7/12

(21)Application number : 05-112160

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 14.04.1993

(72)Inventor : OCHI HIROSHI  
MITSUYASU KENJI  
KIMOTO YUKITANE

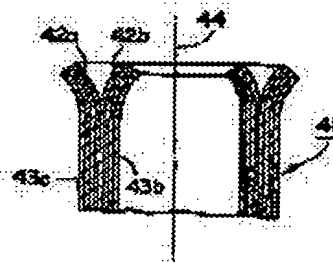
## (54) ENERGY ABSORBING MEMBER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an energy absorbing member having a high and stabilized energy absorbing performance by forming an energy absorbing member of the compound material, which is composed of resin having layer structure and reinforcing resin and in which a reinforcing fiber having a higher strength is used for the inside layer.

**CONSTITUTION:** Reinforcing fiber having a high strength is used for reinforcing fiber layers 42a, 42b to be arranged in both sides of the center of the thickness direction of a cylindrical energy absorbing member 41 as the cross section of the end of the member 41 shows.

Single layer or laminated layers of this reinforcing fiber can be used. Shape of the reinforcing member is not specified, and an ordinary filter and woven fabrics of reinforcing fiber can be used. Reinforcing fiber 43a, 43b from the outside layer of reinforcing fiber. The reinforcing fiber is arranged at the angles of  $0^\circ \pm 90^\circ$  to the energy absorbing axis 44 of the energy absorbing member 41 except for the case of a special combination and arrangement.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3362442

[Date of registration] 25.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-300068

(43)公開日 平成 6 年(1994)10月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 F 7/00		D 9240-3 J		
7/12		9240-3 J		

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 5 頁)

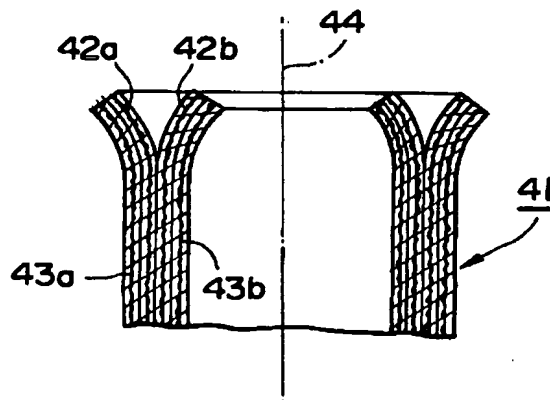
(21)出願番号	特願平5-112160	(71)出願人	000003159 東レ株式会社 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 2 番 1 号
(22)出願日	平成 5 年(1993) 4 月14日	(72)発明者	越智 寛 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東 レ株式会社愛媛工場内
		(72)発明者	光安 研二 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東 レ株式会社愛媛工場内
		(72)発明者	木本 幸胤 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東 レ株式会社愛媛工場内
		(74)代理人	弁理士 伴 俊光

(54)【発明の名称】 エネルギー吸収部材

(57)【要約】

【構成】 層状構成の、樹脂と補強繊維との複合材料からなり、かつ、内層には外層よりも強度の高い補強繊維 4 2 a、4 2 b が使われているエネルギー吸収部材。

【効果】 エネルギー吸収性能が高く、かつ、性能の安定したエネルギー吸収部材が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 層状構成の、樹脂と補強繊維との複合材料からなり、かつ、内層には外層よりも強度の高い補強繊維が使われていることを特徴とするエネルギー吸収部材。

【請求項2】 内層には高強度補強繊維が使われ、外層には高弾性率補強繊維が使われている、請求項1のエネルギー吸収部材。

【請求項3】 前記補強繊維が、エネルギー吸収軸方向に対して $0^{\circ} \pm 60^{\circ}$ の範囲内の方向に配列されている、請求項1又は2のエネルギー吸収部材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エネルギー吸収部材に関し、とくに、樹脂と補強繊維との複合材料からなる、衝撃エネルギー吸収部材の構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】たとえば、航空機の座席周り等や、自動車の座席周り、バンパー周り、各種構造部材に、衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収部材が用いられる（特開昭60-109630号公報、特開昭62-17438号公報等）。このエネルギー吸収部材には、衝撃エネルギーを良好に吸収できる性能の他、一般に軽量、高剛性であることが要求されることから、樹脂と補強繊維との複合材料、いわゆる繊維強化プラスチック（以下、FRPと言うこともある。）や、中でも炭素繊維強化プラスチック（以下、CFRPと言うこともある。）が適しているとされている。このようなエネルギー吸収部材においては、エネルギー吸収部材のある部位、たとえば部材端部を起点に、局部破壊を生じさせ、その局部破壊を利用してエネルギーを吸収するエネルギー吸収メカニズムが考えられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の樹脂と補強繊維との複合材料からなるエネルギー吸収部材は、エネルギー吸収能力に未だ不十分な面があるとともに、とくに長いパイプ等の細長形状とする場合、部材の破壊に対する強度と座屈に対する強度とのバランスがとりづらく、十分に実用に供されていないのが実情である。

【0004】本発明は、破壊に至るまでの抵抗が大きく、一旦破壊に至った後には効率よくかつ安定した状態でエネルギーを吸収でき、しかも座屈に対する強度が高いため形状的な制約の少ないエネルギー吸収部材の構造を提供し、十分に高いエネルギー吸収能力を発揮可能で、各種形状を採り得る極めて実用性の高いエネルギー吸収部材の実現を目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この目的に沿う本発明のエネルギー吸収部材は、層状構成の、樹脂と補強繊維と

の複合材料からなり、かつ、内層には外層よりも強度の高い補強繊維が使われていることを特徴とするものからなる。そして、内層には高強度補強繊維が使われ、外層には高弾性率補強繊維が使われていることが好ましい。

【0006】本発明における高強度補強繊維とは、引張強度が $400 \text{ kgf/mm}^2$ 以上の補強繊維を意味し、高弾性率補強繊維とは、引張弾性率が $23,000 \text{ kgf/mm}^2$ 以上の補強繊維を意味する。このような特性を満足する限り、とくに限定されないが、具体的には、高強度補強繊維として、たとえば、炭素繊維、ガラス繊維、芳香族ポリアミド繊維、炭化珪素繊維、ボロン繊維などから選ぶことができ、高弾性率補強繊維として、たとえば、炭素繊維、芳香族ポリアミド繊維、アルミナ繊維、炭化珪素繊維、ボロン繊維などから選ぶことができる。

【0007】本発明のエネルギー吸収部材においては、上記のような高強度補強繊維が部材厚さ方向内層側の補強繊維として用いられる。たとえば図1に円筒状のエネルギー吸収部材41の端部の断面を示すように、部材41の厚さ方向中心両側の補強繊維層42a、42bが高強度補強繊維からなる。この補強繊維層は単層であつてもよいし、積層構成（たとえば $\pm 25^{\circ}$ 層等を有するもの、 $\pm 25^{\circ}$ 層および $\pm 15^{\circ}$ 層等を有するもの）をなすものであつてもよい。また、補強繊維の形態としては、とくに限定されず、通常のフィラメントの他、補強繊維の織物も使用できる。43a、43bは、外層側の補強繊維層を示している。

【0008】また、補強繊維の配列は、特殊な組み合わせ配列を行う場合を除き、エネルギー吸収部材41のエネルギー吸収軸44（図示例では圧縮方向の軸）に対して、 $0^{\circ} \pm 60^{\circ}$ の範囲で行えばよい。あまり大きな角度の配列では、圧縮方向に作用する衝撃エネルギーの吸収に対し、補強繊維が有効に活用されなくなる。

【0009】このような構成を有する本発明のエネルギー吸収部材においては、たとえば圧縮方向の衝撃エネルギーを吸収する際、図1の部材41を図2に拡大して示すように、圧縮荷重Pに対し、部材41が破壊に至る際には、部材41の端部において部材41が肉厚方向に関して裂けるように開こうとする。その際、内層側の高強度補強繊維を有する複合材料層45a、45bの内面側には引張応力Aが作用し、外層側の複合材料層46a、46bの外面側には圧縮応力Bが作用する。

【0010】内層側の複合材料層45a、45bは、高強度補強繊維を含むので、引張強度が極めて高く、部材端部が両側に拡開しようとするとき大きな抵抗力を発揮する。その結果、エネルギー吸収部材として大きなエネルギー量を吸収できるようになる。

【0011】外層側の複合材料層46a、46bに含まれる補強繊維43a、43bの強度は内層側に配列される高強度補強繊維42a、42bよりも低いので、以下

に述べるような破壊のメカニズムが安定する。すなわち、前述の如く、外層46a、46bの外面側には圧縮応力Bが作用するが、この圧縮応力Bは、内面側の引張応力Aと略同等の値を示す。外層46a、46b側の方が、内層45a、45b側に比べ強度的に低いと、両側に拡張した部分が破壊に至る場合、その破壊は必ず外層46a、46bの外面側から起こる。したがって、破壊のメカニズムが一定し、拡張による破壊が円滑に発生、進行する。その結果、エネルギーの吸収動作も円滑に行われる。また、外層側の強度が内層側に比べ低いので、拡張も円滑に行われ、この面からも破壊のメカニズムが安定する。

【0012】この外層46a、46b側に配列される補強繊維は、内層側の補強繊維よりも引張強度は低くてもよいが、高弾性率であることが好ましい。高弾性率補強繊維の配列によって、部材が細長形状である場合にも、極めて座屈しにくいものとなる。とくに外層側に高弾性率補強繊維を配することにより、座屈に対する強度が効率よく高められる。座屈しにくい部材とすることにより、部材の形状的な制約が大幅に緩和され、用途に応じた、各種形状のエネルギー吸収部材の設計が可能になる。

【0013】本発明の複合材料のマトリクスとなる樹脂としては、特に限定されず、たとえば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、グアナミン樹脂、また、ビスマレイミド・トリアジン樹脂等のポリイミド樹脂、フラン樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリジアリルフタレート樹脂、さらにメラニン樹脂やユリア樹脂等のアミノ樹脂等の熱硬化性樹脂が挙げられる。また、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン11、ナイロン610、ナイロン612などのポリアミド、またはこれらポリアミドの共重合ポリアミド、また、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートなどのポリエステル、またはこれらポリエステルの共重合ポリエステル、さらに、ポリカーボネート、ポリアミドイミド、ポリフェニレンスルファイド、ポリフェニレンオキシド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリオレフィンなど、さらにまた、ポリエステルエラストマー、ポリアミドエラストマーなどに代表される熱可塑性エラストマー、等が挙げられる。さらには、上述の範囲を満たす樹脂として、アクリルゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム、ウレタンゴム、シリコンゴム、スチレンブタジエンゴム、フッ素ゴム等のゴムを用いることもできる。さらには、上記の熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、ゴムから選ばれた複数をブレンドした樹脂を用いることもできる。

【0014】また、補強繊維が炭素繊維からなる場合には、とくに内層側に配列される高強度補強繊維の、表面の酸素(O)と炭素(C)の原子数比である表面官能基

量(O/C)が0.08以上であることが好ましい。表面官能基量(O/C)が0.08以上であると、活性化されたOによって補強繊維表面の接着性が高められ、樹脂と補強繊維との接着強度が高められてより破壊しにくくなり、複合材料全体として極めて高い剛性、エネルギー吸収能力を発揮できる。表面官能基量(O/C)が0.08未満であると、樹脂と補強繊維との接着性が不十分となり、エネルギー吸収時に樹脂と補強繊維との界面で剥離、あるいは破壊が生じやすくなり、その分エネルギー吸収能力が低下する。

【0015】また、補強繊維が炭素繊維からなる場合、とくに外層側の補強繊維の結晶サイズが20Å以上であることが好ましい。この結晶サイズは、とくに引張弾性率に影響し、結晶サイズが20Å以上であると高い引張弾性率を容易に達成できるようになる。引張弾性率が高いと、それだけ座屈に対する強度が向上する。

【0016】また、本発明の複合材料からなるエネルギー吸収部材の形状は、とくに限定されず、筒状、柱状、板状等、各種形状を採用可能である。代表的な形状、あるいは採用可能な形状を図3ないし図12に例示する。

【0017】エネルギー吸収部材の代表的な形状として、まず、筒状形状を挙げることができる。筒状形状として最も代表的な形状は、図3に示すような円筒1である。図における矢印方向が、衝撃エネルギーとしての圧縮荷重作用方向である。また、図4に示すように、円筒の頂部を円錐状あるいは球面状に形成した円筒2も適用できる。さらに、図示は省略するが、角筒、円錐、角錐、円錐台、角錐台、あるいは、横断面が楕円の筒、さらには、図5に示すように、フランジ部3を備えた円筒(又は角筒)等の筒状形状4も採用できる。

【0018】また、筒状形状に限らず、柱状形状でもよい。たとえば、円柱、角柱形状を挙げることができる。

【0019】さらに、板状形状の採用も可能である。たとえば、波板形状の部材とすれば、座屈に対して強いので、エネルギー吸収部材として使用可能となる。また、図6に示すように、リブ5を有する、たとえば横断面T字形の形状6、図7に示すように、横断面コ字状の形状7とすることもできる。図7に示す横断面コ字状の形状7では、2点鎖線で示すように蓋部材8を設けることもできる。さらに、図8に示すように、横断面十字状の形状9とすることもできる。

【0020】さらにまた、各種形状の部材を組み合わせた構造とすることも可能である。たとえば、図9、図10に示すように、大きい円筒10、大きい円錐台11の中に、小さい細長形状の円柱12、13を入れ、これらを複合材料で構成することにより、より座屈しにくいエネルギー吸収部材にすることができる。

【0021】さらに、エネルギー吸収部材は、1個の部材から構成されるものの他、複数の部材を重ねて、あるいは組み合わせで構成してもよい。たとえば、図11、

5

図12に示すように、同一あるいは同様の形状の複合材料からなる部材14、15a、15b、15cを縦に積層してエネルギー吸収部材16、17を構成するようにしてもよい。図12の構成にあつては、各部材を中、外交互に積層してもよい。

【0022】なお、上記のようなエネルギー吸収部材においては、エネルギー吸収部材を端部から逐次破壊させるためのトリガ形状を形成しておくことが望ましく、こ\*

樹脂処方：“ベークライト”ERL-4221

3-フッ化ホウ素モノエチルアミン(BF<sub>3</sub>・MEA) 100部  
アセトン 4部

硬化条件：130℃、30分

【0024】(2) 表面官能基量(O/C)

X線光電子分光法により、次の手順に従って求めた。まず、溶媒でサイジング剤などを除去した炭素繊維(束)をカットして銅製の試料支持台上に拵げて並べた後、光電子脱出角度を90°とし、X線源としてMgK $\alpha$ 1, 2を用い、試料チャンバー中を1 $\times$ 10<sup>-8</sup>Torrに保つ。測定時の帯電に伴うピークの補正としてC1sの主ピークの運動エネルギー値(K.E.)を969eVに合わせる。C1sピーク面積をK.E.として958~972eVの範囲で直線のベースラインを引くことにより求める。O1sピーク面積をK.E.として714~726eVの範囲で直線のベースラインを引くことにより求める。ここで表面官能基量(O/C)とは、上記O1sピーク面積とC1sピーク面積の比から、装置固有の感度補正值を用いて原子数比として算出したものである。なお本発明者らは、島津製作所(株)製モデルESCA-750を用いてO1sピーク面積とC1sピーク面積の比を測定し、その比を感度補正值2.85で割ることにより表面官能基量(O/C)を求めた。

【0025】(3) 結晶サイズ(Lc)

結晶サイズLcとは、広角X線回折により次の手順に従って求めた値をいう。すなわち、X線源として、Niフィルターで単色化されたCuのK $\alpha$ 線を用い、2 $\theta$ =26.0°付近に観察される面指数(002)のピークを赤道方向にスキャンして得られたピークからその半価幅を求め、次の式により算出した値を結晶サイズLcとする。

$$Lc = \lambda / (\beta_0 \cos \theta)$$

ここで、 $\lambda$ ：X線の波長(この場合1.5418オングストローム)、 $\theta$ ：回折角、 $\beta_0$ ：真の半価幅をいう。なお、 $\beta_0$ は次式により算出される値を用いる。

$$\beta_0 = (\beta_A^2 - \beta_1^2)^{1/2}$$

ここで、 $\beta_A^2$ ：見かけの半価幅、 $\beta_1^2$ ：装置定数(理学電気社製4036A2型X線発生装置を出力35kV、15mAで使用した場合、1.05 $\times$ 10<sup>-2</sup>rad)をいう。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のエネルギ

6

\*のトリガは、エネルギー吸収部材を押圧する押圧部材側に設けてもよい。

【0023】【特性の測定方法】以下に、本発明の説明に用いた特性の測定方法について説明する。

(1) 繊維の引張強度、引張弾性率

JIS-R7601に規定されている樹脂含浸ストランド試験法に準じて測定した。試験に用いた樹脂処方および硬化条件を次に示す。

一吸収部材によるときは、エネルギー吸収部材を、層状構成の、樹脂と補強繊維との複合材料から構成するとともに、内層には外層よりも強度の高い補強繊維を使用し、部材破壊に対する強度を高めるとともに、部材破壊時、安定した破壊のメカニズムが得られるようにしたので、エネルギー吸収性能が高く、かつ、性能の安定したエネルギー吸収部材が得られる。また、破壊に対する強度と、座屈に対する強度とのバランスも容易にとることができ、形状的な制約の少ないエネルギー吸収部材を得ることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るエネルギー吸収部材の部分縦断面図である。

【図2】図1の部材の拡大部分縦断面図である。

【図3】本発明のエネルギー吸収部材の形状の一例を示す斜視図である。

【図4】本発明のエネルギー吸収部材の別の形状例を示す斜視図である。

【図5】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の形状例を示す斜視図である。

【図6】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の形状例を示す斜視図である。

【図7】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の形状例を示す斜視図である。

【図8】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の形状例を示す斜視図である。

【図9】本発明のエネルギー吸収部材の別の構造例を示す斜視図である。

【図10】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の構造例を示す斜視図である。

【図11】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の構造例を示す縦断面図である。

【図12】本発明のエネルギー吸収部材のさらに別の構造例を示す縦断面図である。

【符号の説明】

- 1、2 円筒形状のエネルギー吸収部材
- 3 フランジ部
- 4 フランジ部を備えた円筒形状のエネルギー吸収部材
- 5 リブ

7

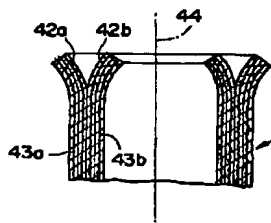
8

- 6 横断面T字形のエネルギー吸収部材  
 7 横断面コ字形のエネルギー吸収部材  
 8 蓋部材  
 9 横断面十字状のエネルギー吸収部材  
 10 円筒形状のエネルギー吸収部材  
 11 円錐台形状のエネルギー吸収部材  
 12、13 細長形状の部材  
 14、15 a、15 b、15 c エネルギー吸収部材を

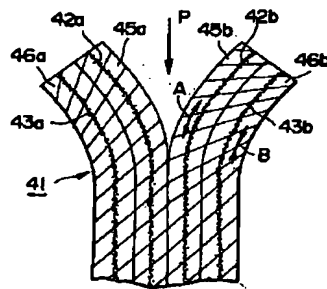
構成する部材

- 16、17 組み合わせ構成のエネルギー吸収部材  
 41 エネルギー吸収軸  
 42 a、42 b 高強度補強繊維層  
 43 a、43 b 外層側の補強繊維層  
 44 エネルギー吸収軸  
 45 a、45 b 高強度補強繊維を有する複合材料層  
 46 a、46 b 外層側の複合材料層

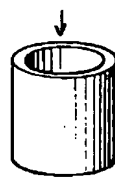
【図1】



【図2】



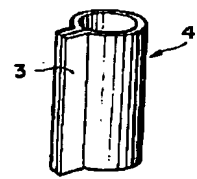
【図3】



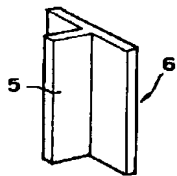
【図4】



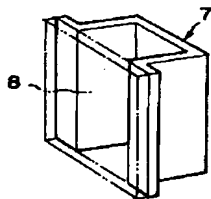
【図5】



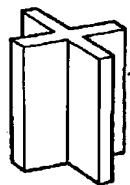
【図6】



【図7】



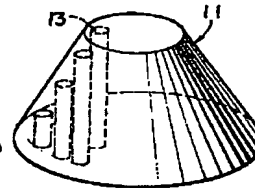
【図8】



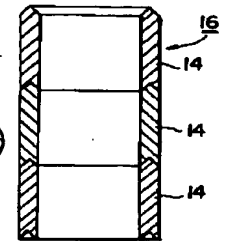
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

